

Aération et fumure biologiques du sol de la garide valaisanne

par le *Dr Robert Stäger*, Lugano

(d'après une conférence faite le 16 avril 1948 à la Société entomologique
et la Société botanique de Berne)

On sait que les terrains agricoles sont de temps en temps retournés, rompus, qu'ils sont labourés et fumés pour assurer leur bon rendement. Darwin a jadis considéré le lombric comme contribuant aussi à l'amélioration du sol ; ses considérations étendues et ses conclusions sont connues. Mais depuis lors Franz Doflein *) a montré qu'en Macédoine (sauf dans les montagnes plus humides) les Lombricides sont inconnus dans les terres cultivées et que, malgré cela, la croûte arable, épaisse de 5-10 cm. seulement, fournit des récoltes abondantes. Il attribue cet étrange phénomène aux fourmis qui, remplaçant les vers de terre, assurent là-bas le renouvellement du sol.

En 1913 déjà, j'ai consacré toute mon attention à la technique agricole des Formicides **) et j'ai depuis lors continué à observer les facultés qu'elles manifestent de ce côté-là. J'ai évalué à 7 tonnes en nombre rond la masse de terre remuée par le travail de *Lasius flavus* sur un pré maigre de 4700 m² au Zwirgi (1050 m.) au-dessus de Meiringen. Au cours des années, les fourmis retournent complètement ce pâturage. Comme le paysan le fait avec la charrue, elles remontent la terre de la profondeur, ce qui, grâce aux agents atmosphériques, la transforme en bon humus. Ce qui vaut pour le sol de la Macédoine et les sols maigres de nos Préalpes, s'applique sans autre aux localités xérothermiques que l'on groupe sous le nom de garides avec leurs variétés rocheuse et steppique (Felsenheide, Felsensteppe, Steppenheide, Vâques du Bas-Valais).

*) Doflein, Franz : « Mazedonien ». Jena. Gustav Fischer. 1921.

** 1) Stäger, Rob. : « Beitrag zur Höckerlandschaft in den Alpen ». Mitt. der Naturf. Ges. Bern. 1913.

2) Stäger, Rob. : « Die Bedeutung der Ameise in der Pflanzengeographie » Mitt. der Naturf. Ges. Bern. Heft V. 1924.

Sur les pentes, versants, coteaux et collines exposés au sud, nous avons en Valais central des conditions qui, en petit, correspondent complètement aux steppes de l'Europe orientale : une couche, le plus souvent mince, de désagrégation, un sol de Löss compact ou même du roc sur lequel le thermomètre monte jusqu'à 63° au soleil, comme je l'ai constaté à Valère le 26 juillet 1947, à 10 heures 30.

Dans la garide rocheuse également, d'après mes propres observations au cours de 3 ans et les enquêtes auprès de la population rurale, le lombric manque totalement. Tout au plus pourrait-il, en des fissures étroites et profondes du rocher, mener une existence occasionnelle, ce qui serait encore à vérifier.

Malgré l'absence du lombric dans les sols tout superficiels et peu profonds de la garide, les plantes qui y sont adaptées et qui présentent le plus souvent un aspect steppique, y prospèrent parfaitement depuis des millénaires. Cela n'est possible que grâce à une aération et à une fumure *biologiques* de la croûte arable pratiquées par un microfaune.

D'après nos nombreuses observations, ce travail extrêmement utile est accompli avant tout par les fourmis présentes en grand nombre. J'ai suivi leur activité près de Grengiols, sur le haut plateau de Zeneggen avec ses garides rocheuses typiques à orientation inverse de l'exposition générale du versant et qui présentent une riche flore steppique, puis aux environs de Sion (Valère, Tourbillion, Château de la Soie), puis près de Vex, dans le Val d'Hérens (Calvaire) ; à Euseigne, de même sur la colline steppique du Pentzet près de Granges, ainsi que sur le Heidnischbiel près de Rarogne. Dans l'impossibilité de citer en détail toutes les observations et constatations faites, je me bornerai aux résultats essentiels.

C'est un assez grand nombre d'espèces de fourmis qui jouent un rôle pour l'amélioration du sol dans les localités xérothermiques du Valais. On trouve surtout et fréquemment de grandes colonies très populeuses de *Tetramorium caespitum* L. (Rasenameise) dont l'espèce est représentée ici par une forme un peu plus petite. Je cite ensuite *Formica sanguinea* (blutrote Ameise), *F. rufo-pratensis*, *F. rufibarbis*, *F. fusca cinerea*, *F. glebaria*, *F. exsecta* ssp. *pressilabris*, *Tapinoma erraticum*, des espèces de *Lasius* et la fourmi amazone (*Polyergus rufescens*). *Solenopsis fugax* (Diebsameise) et *Plagiolepis pygmaea* (Zwergameise) sont également très répandues dans toute la région.

Bien que par leur petitesse, leur action de laboureur soit minime, nous savons cependant suffisamment quels grands effets peut produire la somme de petits efforts. De compagnie avec les autres petits animaux, elles font en tout cas leur part.

Il y a lieu d'envisager sous deux angles le travail de minutie des fourmis dans les localités xérothermiques. Tout d'abord, elles remuent le sol lorsque, pour construire leur nid, elles transportent à la surface la terre de couches plus profondes ; ainsi exposée aux agents atmosphériques, cette terre se régénérera. Ce travail équivaut au *labour* en agriculture. J'ai reconnu pour la première fois l'importance de leur travail à la Riviera italienne di Ponente où *Tapinoma nigerrimum* provoque fréquemment des effets considérables dans les promenades de plage. A Finalmarina et Spotorno cette fourmi d'un noir intense a son quartier général dans de vieilles souches d'Agaves au bord de la mer. En partant de là, les nombreux milliers d'habitants recouvrent le terrain sur de vastes étendues avec le sable qu'ils ont extrait de la profondeur. Une superficie d'au moins 200 m² offrait l'aspect d'un champ retourné à la charrue. Les touffes d'herbe, les bordures de plates-bandes, les plantes fleuries n'avaient pas non plus été ménagées. De jeunes plantons de *Mesembryanthemum acinaciforme* et *Medule* (*Eiskraut*) des promenades de Spotorno disparaissaient complètement sous les accumulations de matériaux.

Notre *Tapinoma erraticum* indigène travaille, il est vrai, un peu moins en grand, mais apporte cependant sa contribution à l'ensemble. En ce qui concerne la terre remuée, notre *Formica exsecta* ssp. *pressilabris* de Zeneggen peut seule, dans la garide valaisanne, rivaliser avec le *Tapinoma méditerranéen*. Elle y établit, souvent sur d'assez grandes distances, des remblais plats de terre et de détritrus, larges d'un mètre et s'étendant sur la végétation et les dalles de pierre ; la régénération du sol bénéficie de ce remblayage.

Une autre laboureuse est *Formica rufo-pratensis* avec toute sa parenté, telles *F. sanguinea*, *F. rufibarbis*, *F. cinerea*, *F. glebaria*. Elles sont toutes des ouvrières agricoles dans le meilleur sens du mot. Leur préférence les porte à mettre au jour la terre sous des pierres, des dalles, de petits blocs de rochers affleurants. Ce n'est pas sans raison que des plantes s'installeront plus tard précisément en ces endroits.

Mais souvent aussi, ces fourmis prennent comme objectifs de leur régénération du sol des gazons en espaliers (*Spalierrasen*) for-

més de nombreux végétaux tels que *Potentilla puberula* et *P. puberula-cinerea*, *Thymus Serpyllum*, *Teucrium montanum*, *Globularia cordifolia*. Parfois ces plantes disparaissent presque sous les matériaux sortis de la profondeur ; puis, plus tard, elles se développent et s'étendent d'autant plus abondamment ; elles deviennent un substratum de germination pour d'autres plantes qui s'établissent sur elles comme « hôtes de coussinets » (*Polstergäste*) pour ainsi dire et préparent des successions végétales.

Un autre laboureur minuscule, au travail fécond, est le petit *Tetramorium caespitum* à la tête carrée et aux mandibules relativement grandes ; il forme d'énormes colonies et sait, avec des moyens modestes, apporter sa contribution à l'œuvre d'ensemble. Il est présent dans toute la garide et bien que peu apparent, y est un facteur important du travail de la terre. Il prend volontiers possession des rosettes de *Sempervivum arachnoideum* et *S. tectorum* : dans la région de leurs racines, il établit ses niches et couloirs superposés en étages. Ce faisant, il transporte de la profondeur à la lumière du jour une quantité de terre très finement divisée. Il affectionne également les gazons de *Thymus Serpyllum* et de *Potentilla puberula*. Il établit en outre sa demeure dans le périmètre des racines d'*Euphorbia Segueriana*, d'*Artemisia campestris* et de *Teucrium montanum* pour accumuler la terre remontée autour de la souche (caudex) ou entre les branches (chez *Teucrium*). J'ai souvent observé autour de la tige tomenteuse d'*Artemisia vallesiaca* le remblai de terre que *Tetramorium caespitum* y avait monté de la profondeur.

L'ameublissement et l'aération de la terre est l'un des aspects de l'activité des fourmis. Considérons-en maintenant l'autre, c'est-à-dire *la fumure du sol* qui s'accomplit de façons diverses. La terre ramenée de la profondeur est presque toujours mélangée de débris végétal ou animal, soit de matières organiques qui se désagrègent avec le temps. Les *pavillons circulaires* que j'ai souvent constatés autour de diverses plantes se composent presque uniquement de débris végétaux enchevêtrés. Ces amas se trouvent à la base d'*Anemone montana*, de *Galium verum*, d'*Euphorbium Cyparissias*, de *Thesium alpinum*, etc. Partout où sur ces plantes des pucerons sont au service des fourmis qui les y ont apportés elles-mêmes, des remparts circulaires de matériel remblayé et lâche les protègent. Des chemins d'ouvrières conduisent de nids souvent éloignés à ces pavillons où est exploité le liquide sucré des habitants. Dans

la garide de Zeneggen, l'artisan de ces constructions est presque toujours *Formica exsecta*. Une fois l'élevage de pucerons abandonné, la couronne de détritrus sert de fumure à la plante. Mais le détritrus n'est pas remblayé que dans les pavillons circulaires ; il l'est encore régulièrement là où des fourmis se trouvent sous des pierres ou dans des touffes de plantes (*Pflanzenhorste*). On sait que suivant la température, les ouvrières qui ont le soin du couvain, le portent tantôt ici, tantôt là pour favoriser son développement. Les larves et cocons doivent avant tout avoir du soleil, non pas ses rayons directs, mais bien du soleil tamisé comme par un léger rideau. Pour obtenir ce résultat, les « nurses » accumulent un lâche enchevêtrement de plantes aux bords sud et est des pierres limitant le nid profond. C'est dans ces *pavillons à couvain* que les stades juvéniles sont apportés du fond et que, tel le nourrisson au travers d'un voile, ils y jouissent, sous une mince couche de détritrus, d'un optimum de chaleur et de lumière.

Ces remparts détritiques, eux aussi, serviront plus tard de fumure au sol. A cette branche de l'activité agricole en la garide participe toute une série de fourmis (*Tetramorium caespitum*, *Formica sanguinea*, *F. pratensis*, *F. rufibarbis*, *F. cinerea*, *F. glebaria* et d'autres). Le maigre sol de la garide est encore enrichi en fumure azotée par les fréquents *nettoyages des nids* que pratiquent les fourmis de toutes espèces. Que ne trouve-t-on dans ces matériaux de nettoyages à fond jetés devant la demeure ou portés à quelque distance « au cimetière » : des quantités d'enveloppes de nymphes, — soit les cocons vides après l'éclosion des jeunes ; les cadavres de leurs camarades ; des fragments d'Arthropodes dévorés, des cloportes, myriapodes, araignées, Orthoptères, punaises, Hyménoptères, Coléoptères, etc.

Dans un tas de ces rebuts de *Tetramorium caespitum*, au Kirchbiel près Zeneggen, se trouvaient les restes de presque toute la faune inférieure des environs, à commencer par les anneaux blanchis de cloportes et de Julides jusqu'au papillon déchiqueté et à l'élytre vert-doré et brillant du scarabée. Il est étonnant de constater tout ce qui est parfois éliminé du nid lors d'un grand « nettoyage à fond ». Et ce matériel ne reste pas en tas : le vent se charge de sa dispersion sur le sol de la garide. Bien qu'en elle-même la portion soit petite, la répétition incessante du phénomène et le dépôt en tous lieux produisent, en corrélation avec d'autres facteurs encore, ce que l'on peut appeler la *fumure biologique primaire* ou *autofumure*.

Je reviendrai sur ces autres facteurs. Mais considérons d'abord d'autres Hyménoptères qui, par endroits, déploient une grande activité en ameublissant le sol dans toutes les localités xérothermiques. Ce sont *les abeilles et les guêpes terricoles*. Je ne mentionnerai que *Dasypoda plumipes* Panz., (*Hosenbiene*), étudiée par moi-même, *Halictes scabiosae* Rossi (*Skabiosenbiene*), *Philanthus triangulum* F. (*Bienenwolf*), guêpe connue comme excellent chasseur d'abeilles qu'elle apporte au nid. Je rencontrai *Dasypoda plumipes* pour la première fois dans une petite garide près d'Euseigne : les entrées de ses terriers étaient près les unes des autres, trou contre trou, comme piqués dans le sable avec un crayon ; tout autour, des remblais coniques de matériaux. Les abeilles entrent et sortent, volant sans crainte ; les arrivantes portent de gros sacs de pollen aux tibias et tarses postérieurs étendus latéralement et très apparents. Pendant la nuit une pluie d'orage avait déblayé les cônes de déjection et délavé les environs : la couche superficielle du sol avait été renouvelée, régénérée.

Puis je rencontrai cette abeille non loin de Sion sur la garide de la colline des Potences (6. V. 47) où elle avait établi en terre libre ses nombreux remblais et ses entrées de terriers parmi les *Anemone montana*, *Festuca vallesiaca*, *Scorzonera austriaca* et autres plantes.

Philanthus triangulum F. (*Bienenwolf*) se présenta à moi le 31 juillet 1946, près d'Euseigne. Cette guêpe active y vivait en une grande colonie dans une paroi de Löss de la petite garide au sud du village. Le talus était entièrement criblé et à sa base les plantes poussaient dans l'accumulation des matériaux déblayés, — ici encore un travail agricole équivalant à un défrichement.

Ailleurs encore, j'ai pu suivre l'activité labourante des guêpes et abeilles ; je n'envisagerai plus qu'une station où, par la pesée du matériel exhumé, j'ai pu faire des constatations plus précises : la grande garide rocheuse au nord du village de Zeneggen, en exposition contraire à celle du versant, est couverte de *Stipa pennata*, *St. capillata*, *Festuca vallesiaca*, *Koeleria*, par endroits de *Sempervivum arachnoideum*, *Teucrium montanum*, *Potentilla puberula*, *Silene Otites*, *Sedum ochroleucum*, *Dianthus caryophyllum* et de beaucoup d'autres plantes xérothermes ; il y a là des places de 60 à 100 m² qui, parmi les éléments végétaux, sont parsemées de monticules de terre récents et bruns ayant en leur milieu les entrées du nid. Les remblais ont entre 10-18 cm. de diamètre à la base et

2-4 cm. de hauteur. Sur un carré de 50 cm. de côté, on compte 11-16 monticules ; leur constructrice est *Halictes scabiosae* Rossi (Skabiosenbiene). Des centaines ou même des milliers de ces animaux volent au-dessus du sol qui paraît retourné à la charrue. La construction des nids de *Halictes scabiosae* est indubitablement liée à un phénomène secondaire, à un déplacement de terre qui équivaut à une régénération du sol et contribue par là à la prospérité de la flore du lieu.

Un monticule de terre que l'abeille a exhumée d'une profondeur considérable pèse en moyenne 50 gr. Prenant pour 1 m² une moyenne de 26 monticules, nous obtiendrons pour 100 m² (1 are) $100 \times 26 = 2600$ monticules. A 50 gr. de terre, cela fait $50 \times 2600 = 130000$ gr. = 130 kg., soit 1 quintal (métrique) et 30 kg. comme travail de l'abeille de la scabieuse sur une surface de 100 m². Le couloir descend d'abord obliquement puis verticalement, mais il est difficile de le suivre en profondeur à cause du fond pierreux de la roche. Il est certain que le travail de ces abeilles amène de l'humus brut à la surface où il se désagrègera. Elles agissent dans le même sens que les fourmis et leur collaboration intensifie le résultat commun qui remplace l'activité des vers de terre.

Le travail de minutie accompli dans la garide par les animaux ne se borne cependant pas à cela. Une série d'autres Hyménoptères jouent certainement aussi leur rôle dans le travail du sol, tels les Crabronides ou guêpes fouisseuses (*Grabwespen*) dans les genres *Ammophila* et *Bembex*, puis les Pompilides (*Wegwespen*).

Il ne faut pas oublier les cloportes et les Julides, ni plusieurs Coléoptères terricoles ou dont les larves sont fouisseuses : Silphides (*Necrophorus vespillo* L.) Cicindélides (*Cicindela hybrida*, *C. campestris*) Carabides (*Carabus*). Il faut songer aussi aux araignées : plusieurs d'entre elles creusent des couloirs, telle p. ex. *Eresus niger*, l'admirable araignée rouge cinabre aux 4 points de velours noir sur l'abdomen, que j'ai souvent observée à Zeneggen et ailleurs dans les garides rocheuses de la vallée du Rhône.

En outre, toute une série d'autres habitants de la garide contribue à la fumure du sol. Quiconque a vu par temps d'extrême sécheresse les milliers de petits escargots collés par leur coquille aux plantes de la garide, ne peut douter que leur désagrégation n'aide à constituer et à augmenter l'humus. Le calcaire des coquilles, lui aussi, sera restitué au sol. Un rôle non moins important pour la

fumure biologique est joué par les nombreuses sauterelles dont les corps dodus contiennent beaucoup d'azote. Elles meurent souvent en masse vers la fin de l'été ; emportées par une maladie cryptogamique, elles enserrent, mourantes, les tiges des graminées ou couvrent le sol.

La terre maigre est encore fertilisée par les papillons et les Coléoptères adultes ou par leurs dépouilles larvaires ; de même par les restes d'Hémiptères, d'Hyménoptères, de Diptères, de Nevroptères (*Ascalaphus*) et d'Arachnides.

Parmi les Reptiles, ce sont surtout les lézards qui abondent (*Lacerta muralis*, *L. viridis*) ; avec quelques serpents, ils contribuent à satisfaire aux exigences du sol de la garide. Quant aux Mammifères présents dans la formation végétale qui nous occupe, nos connaissances sont encore restreintes ; ce seraient éventuellement surtout des campagnols (*Wühlmäuse*).

L'avifaune, par contre, n'est pas mal représentée. D'après des renseignements écrits de M. le Dr A. Ulrich Corti, de Zurich, il s'agit pour les régions xérothermiques du Valais des espèces suivantes qui nichent dans la garide : *Dinota cannabina* (Linotte, Blut-hänfling), *Serinus canaria* (Serin, Girlitz), *Emberiza hortulana* (Bruant ortolan, Gartenammer), *Emberiza cia* (Bruant fou, Zippammer), *Lullula arborea* (Alouette lulu, Heidelerche), *Monticola saxatilis* (Merle de roche, Steinmerle), *Upupa epops* (Huppe, Wiedehopf) et *Alectoris graeca-saxatilis* (Bartavelle, Steinhuhn). A ces oiseaux qui prennent leur nourriture sur le sol de la garide et y nichent, on peut opposer encore quelques espèces qui ne font que chasser dans l'espace aérien de la garide, mais en volant laissent tomber leurs excréments sur le sol : ce sont les trois espèces *Ptyonoprogne rupestris* (Hirondelle de rochers, Felsenschwalbe), *Apus melba* (Martinet à ventre blanc, Alpensegler) et *Caprimulgus europaeus* (Engoulevent, Nachtschwalbe).

Puis toutes les *plantes de garide* font plus ou moins office de production et d'amélioration de l'humus. Leurs tiges, feuilles et fleurs se fanent, se décomposent et se transforment en matériaux de fumure. Leurs racines aussi détachent des fragments qui ne sont plus viables. Plusieurs Légumineuses, telles par exemple *Medicago minima*, *Ononis natrix*, *O. pusilla* et d'autres fournissent au sol d'assez grandes quantités d'azote atmosphérique grâce aux nodosités de leurs racines qui hébergent les bactéries nitrifiantes bien connues.

Tous ces facteurs, minimes en eux-mêmes, s'additionnent pour la régénération du sol et pour la continuité de l'existence des organismes, et cela sans l'intervention de l'homme.

Mais il y a lieu de considérer d'autres facteurs encore, trop peu connus jusqu'ici, mais propres à résoudre le problème de l'autarcie d'une association, — ou mieux d'une biocénose. Il s'agit de *la faunule microscopique de la couche du sol soumise à l'action atmosphérique* et dans laquelle la végétation a ses racines ; c'est, en un mot, l'humus caractérisé par son « état de division extrême et sa teneur en matières organiques en décomposition ». (Gisin).

Au cours de ces dernières années, d'énormes quantités d'animaux terrioles ont été décelés dans les couches supérieures du sol.

D'après une mise au point du Dr Hermann Gisin, basée sur les plus récents résultats de divers chercheurs, une *prairie* d'Europe centrale renferme dans son humus :

Unicellulaires (Amöben, Flagellés, Ciliés)	1000000000 individus/dm³
Rotateurs et Tardigrades (Räder- und Bärtierchen)	500
Nématodes (Fadenwürmer)	30000
Collembolés (Springschwänze)	1000
Acaréens (Milben)	2000
autres Arthropodes (petites araignées, Crustacés, Myriapodes, Insectes)	100
Enchytréides (vers Oligochètes)	50
Lombrics	2

Ces nombres considérables ont été obtenus par de nouvelles méthodes d'investigation (résinification d'un cube de terre et confection de coupes minces). On a découvert ainsi que l'humus ne représente autre chose que les excréments des petits animaux terrioles. Les excréments d'Acaréens, de Collembolés, de Myriapodes, de Nématodes, etc., prennent, avec ceux de lombrics, une part déterminante dans la composition de l'humus d'une prairie fumée.

Mais il n'est pas admissible d'appliquer sans autre ces résultats à la couche d'humus de la garide valaisanne. Il y a de grandes différences entre les divers types de sols, tant pour les espèces que pour le nombre d'individus de ces petits organismes animaux. Cette microfaune, surabondante dans les prairies grasses, s'appauvrit dans les couches de désagrégation maigres, telles qu'elles prédominent précisément dans la garide. Mais elle suffit cependant, en espèces et en individus (lombrics exceptés) pour assurer au monde végétal des localités xéothermiques la continuité millénaire de son existence.

Après avoir déjà envoyé pour examen à M. le Dr Hermann Gisin à Genève des échantillons de terre des environs de Lugano, il s'agira d'aborder aussi la microfaune de la garide valaisanne. On peut attendre les résultats avec curiosité. Là aussi, les conclusions seront probablement très diverses suivant la formation végétale (Stipetum, Koelerietum, Festucetum, etc.), et la nature respective du sol.

D'après ce que nous venons de voir, les plantes collaborent étroitement avec les faunes macro — et microscopique pour réaliser l'aération et la fumure, — ou d'une façon plus générale pour accroître la couche d'humus. Les détritux végétaux et les apports animaux encore peu décomposés sur le sol, sont digérés par les animalcules terricoles microscopiques qui les désagrègent d'avantage pour les transformer directement en formes humiques dont la plante se sert pour boucler son cycle vital. Ainsi s'accomplit à tout jamais au sein de la garide la circulation biologique entre la mort et la vie renaissante.

Un cordial merci à M. le Dr Ch. Linder pour la traduction de cet article ! Mes meilleurs remerciements vont aussi à M. Naef, Thoune, pour la détermination des Hyménoptères, et à M. le Dr H. Kutter pour la vérification des diverses fourmis.
